

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-291922

(43)Date of publication of application : 19.10.2001

(51)Int.Cl.

H01S 5/022
G02B 6/04
G02B 6/42
H01S 3/094

(21)Application number : 2000-104337

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 06.04.2000

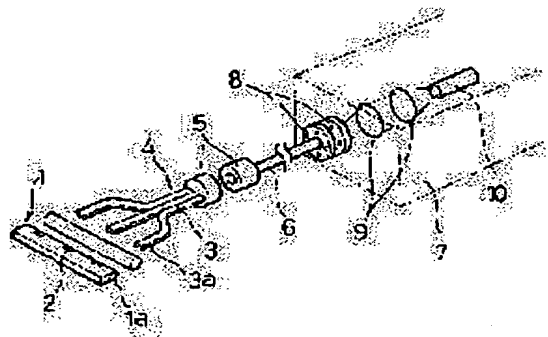
(72)Inventor : KONDO MASAKI
KURIYAMA KATSUHIRO

(54) LASER DIODE EXCITATION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To effectively guide laser beam emitted from a light emission region of an emitter to a fiber using a simple constitution.

SOLUTION: Laser diode beam from the light emission region of an emitter 2 is propagated inside a fiber 3, by reflecting it to an optical axis direction with a tapered part 13 in a tip of the fiber 3.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-291922
(P2001-291922A)

(43) 公開日 平成13年10月19日 (2001. 10. 19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)	
H 0 1 S	5/022	H 0 1 S	5/022	2 H 0 3 7
G 0 2 B	6/04	G 0 2 B	6/04	Z 2 H 0 4 6
	6/42		6/42	5 F 0 7 2
H 0 1 S	3/094	H 0 1 S	3/094	S 5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-104337 (P2000-104337)

(22) 出願日 平成12年4月6日 (2000. 4. 6)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 近藤 昌樹

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 栗山 勝裕

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100080827

弁理士 石原 勝

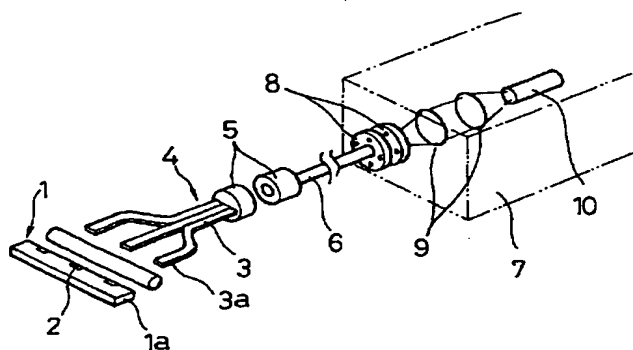
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザーダイオード励起装置

(57) 【要約】

【課題】 エミッタの発光領域から発するレーザー光をファイバに簡単な構成で効率よく導光する。

【解決手段】 エミッタ2の発光領域からのレーザーダイオード光を、ファイバ3の先端部のテーパ形状をなすテーパ形状部分13にて光軸方向に反射させることによりファイバ3内を伝搬させるようにした。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のエミッタがアレイ状に並んだレーザーダイオードからのレーザー光をファイバによって固体レーザー媒体に導き、この固体レーザー媒体を励起するレーザーダイオード励起装置において、複数のエミッタの発光領域のそれぞれに、先端が直近位置に対向して配列された複数のファイバを設け、この複数の各ファイバの先端部を、この先端中心部から後方に向かって広がるテーパ形状としたことを特徴とするレーザーダイオード励起装置。

【請求項 2】 前記各ファイバ先端部のテーパ形状は、エミッタの発光領域からファイバの先端に水平および垂直方向の広がり角をもって入射されるレーザー光に対して、このテーパ形状部分にて反射させてレーザー光の臨界角より小さくなるような反射角にてファイバ内を伝搬されるように形成したことを特徴とする請求項 1 記載のレーザーダイオード励起装置。

【請求項 3】 前記複数のファイバを束にしたバンドルファイバを、このバンドルファイバの径と等しいかそれ以上の直径を有するシングルファイバに接続したことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のレーザーダイオード励起装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザー発振器のレーザー媒体をレーザーダイオードにより励起するレーザーダイオード励起装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、レーザー発振器はフラッシュランプやアークランプにより励起されるものに替わって、レーザー媒体の吸収波長にあったレーザーダイオードを励起光に用いたレーザーダイオード励起レーザー発振器が商品化されている。

【0003】このレーザーダイオード励起レーザー発振器は、ランプ励起レーザー発振器に比べ、供給電力が少なく、ランプ交換といったメンテナンスがなく、また発振器自体が小さくなるなどの利点がある。

【0004】このレーザーダイオード光をレーザー媒体に励起する装置として、図 3 に示される公開平 5-93828 号公報のものが知られている。

【0005】このレーザーダイオード励起装置において、レーザーダイオード 100 はアレイ状に配列した複数のエミッタ 102 がベース 101 に固定されて構成されている。このエミッタ 102 の発光領域から放射したレーザー光は水平、垂直方向の一定の広がり角を持って発光する。水平方向と垂直方向の広がり角は異なり、垂直方向で約 30 度、水平方向で約 10 度の広がり角となる。そのため、エミッタ 102 からの発光をファイバ 103 に導光する場合、主として広がり角の大きい垂直方向に広がるレーザー光をマイクロレンズを形成するマル

2

チモード光ファイバ 104 により集光するようにしている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このように広がり角を有して放射されるレーザー光を集光させるのに、マイクロレンズを形成するマルチモード光ファイバ 104 を設けることが必要となるため、このマルチモード光ファイバ 104 とファイバ 103 のそれぞれの 2 部品を、ベース 101 を基準としたエミッタ 102 の発光領域に対しその両者を一致させる調整が煩雑なものとなってくる。

【0007】このため、米国特許第 5436990 号公報において、エミッタ 102 とマルチモード光ファイバ 104 とのアライメントをおこなった後、ベース 101 上に一端を金属部材により保持し、他端をエポキシ樹脂でマルチモード光ファイバ 104 に固定してその調整を図るようにしたものも知られている。

【0008】また、メンテナンス性の面においても、マルチモード光ファイバ 104 が塵埃等の付着により損傷した場合に、マルチモード光ファイバ自体の交換も必要となってくる。

【0009】本発明は、このような課題を解決するものであり、エミッタの発光領域から発するレーザー光をファイバに簡単な構成で効率よく導光し得るレーザーダイオード励起装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明のレーザーダイオード励起装置では、複数のエミッタがアレイ状に並んだレーザーダイオードからのレーザー光をファイバによって固体レーザー媒体に導き、この固体レーザー媒体を励起するレーザーダイオード励起装置において、複数のエミッタの発光領域のそれぞれに、先端が直近位置に対向して配列された複数のファイバを設け、この複数の各ファイバの先端部を、この先端中心部から後方に向かって広がるテーパ形状としたことを特徴としている。

【0011】このような構成では、複数の各ファイバの先端部を、この先端中心部から後方に向かって広がるテーパ形状としたので、エミッタの発光領域から放射される水平および垂直方向の広がり角をもって入射されるレーザー光を、ファイバ先端に形成したテーパ形状部分において、このレーザー光の入射角より小さくなるような光軸に対する反射角にて反射させてファイバ内を伝搬させることができる。それによってファイバの光軸に近づけた直線方向に伝搬させることができるようになりファイバ内での反射を少なくすることができて、その反射による光学的損失を少なくすることができる。それに伴いレーザー光を集光するマルチモード光ファイバ等を設ける必要がなくなり部品点数が削減されてその構成が簡略化され、その結果ファイバをエミッタの発光領域の直近

位置に対向して配列させるだけのアライメントでよいことになり、複数のエミッタと各ファイバとの位置合わせ調整が容易なものとなる。

【0012】また、本発明のレーザーダイオード励起装置では、各ファイバ先端部のテーパ形状は、エミッタの発光領域からファイバの先端に水平および垂直方向の広がり角をもって入射されるレーザー光に対して、このテーパ形状部分にて反射させてレーザー光の臨界角より小さくなるような反射角にてファイバ内を伝搬されるように形成したことを特徴としている。

【0013】このような構成では、各ファイバ先端部のテーパ形状を、このテーパ形状部分にて反射させてレーザー光の臨界角より小さくなるような反射角にてファイバ内を伝搬されるように形成したので、エミッタの発光領域からファイバの先端に水平および垂直方向の広がり角をもって入射されるレーザー光に対しても、レーザー光の臨界角より小さくなるような反射角にてファイバ内を伝搬させることができる。それによってレーザー光がファイバ内で臨界角と等しいか大きい反射角にて反射された場合において、このレーザー光の一部が屈折し、また残りがファイバ内で伝搬する短い距離にて反射を繰り返すことでこのレーザー光の光損出が大きくなるバウンド現象を防止して光学的損失を少なくし、このファイバ内での伝搬効率の向上を図ることができる。

【0014】また、本発明のレーザーダイオード励起装置では、前記複数のファイバを束にしたバンドルファイバを、このバンドルファイバの径と等しいかそれ以上の直径を有するシングルファイバに接続するようにしたことを特徴としている。

【0015】このことは、複数のエミッタ領域からの各レーザー光の出力がエミッタの寿命などにより個々の異なった場合に、複数のファイバを束にしたバンドルファイバ端での出力分布が変化して均一性が損なわれ、その結果、励起光の出力分布が乱れてレーザー媒体への励起が変化し、最終的には出力レーザー光までも変化して、ビーム光、ビーム出力も変化するという問題がある。しかしながら複数のファイバを束にしたバンドルファイバからシングルファイバに接続することで、このバンドルファイバに接続したシングルファイバで再びレーザー光を平均化して、この平均化した励起光で固体レーザー媒体を励起することができるので、個々のエミッタが寿命でその出力が低下した場合でも、前記シングルファイバの光学的損失を少なくすることと共にシングルファイバからの光の均一性が損なわれることが防止されて均一な励起光で固体レーザー媒体を励起することができる。

【0016】本発明のそれ以上の目的及び特徴は、可能な限りにおいて、それ単独で、あるいは種々な組み合わせで複合して用いることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明における実施の形態

について図1および図2を参照しながら説明する。

【0018】ただし、本発明は、以下の実施形態に限定されず、特に限定的な記載がない限りは、本発明の範囲をそれらだけに限定する趣旨のものではなく、単なる説明例にすぎない。

【0019】図1に示すレーザーダイオード励起装置において、レーザーダイオード1のベース1aにアレイ状に配列された複数のエミッタ2が配置されている。この複数のエミッタ2の発光領域のそれぞれに、先端3aを直近位置に対向して配列された複数のファイバ3を設けて、エミッタ2の発光領域から放射されるレーザー光を、この直近位置に対向されたファイバ3の先端から入射させるようにする。

【0020】ファイバ3は、内側にコア11が形成され、このコア11の外周にクラッド12が形成されてコア11内をレーザー光が伝搬される。このファイバ3は、エミッタ2の発光領域の大きさより大きい直径として、エミッタ2と同じ個数で、先端3aの間隔がエミッタ2の間隔と等しく配列されている。

【0021】このファイバ3の先端3aから後方部分に至る先端部3bに、図2に示すように、この先端3aの中心部から後方に向かって広がるテーパ形状が形成されている。

【0022】このエミッタ2の発光領域から放射されファイバ3の先端3aからコア11に水平、垂直方向の広がり角Cをもって入射されたレーザー光は、テーパ形状をなす先端部3bのコア11とクラッド12の境界におけるテーパ形状部分13にて反射されてコア11内を光軸方向に伝搬する。

【0023】この場合、図4にて示されるファイバ3の先端部3bにテーパ形状を形成しない構成とした場合、ファイバ3の先端3aからコア11に光軸aに対し水平および垂直方向の広がり角Cをもって入射されたレーザー光bは、光軸aに対する入射角Aがこの光軸aに対し一定の値より大きい角度D(臨界角)の場合には、コア11とクラッド12との境界で一部は屈折b3し、また残りはファイバ3内で伝搬する短い距離にて反射b2を頻繁に繰り返しがてはレーザー光が消失するバウンド現象を起して、このレーザー光の伝搬効率が低下することがある。

【0024】本実施の形態においては、ファイバ3の先端3aの中心部から後方に向かって広がるテーパ形状としたことで、エミッタ2の発光領域から放射される水平、垂直方向の広がり角Cをもってレーザー光がファイバ3の先端3aに入射された場合、図2で示すこの先端3aに入射された光軸aに対し入射角Aをもったレーザー光bがテーパ形状をなす先端部3bのコア11とクラッド12の境界におけるテーパ形状部分13における光軸a方向に向かった傾斜勾配により、このレーザー光の入射角Aに対して小さくなるような光軸aに対する反射

5

角Bにて反射させることができる。それによってファイバ3の光軸aに近づけた直線方向に伝搬させることができるようになり、ファイバ3内での反射を少なくすることができ、その反射による光学的損失を少なくすることができる。

【0025】したがって、エミッタ2の発光領域から水平および垂直方向の広がり角Cをもって放射されるレーザー光が、光軸aに対する入射角Aが一定の値より大きい角度D(臨界角)を有してファイバ3の先端3aに入射された場合でも、テーパ形状をなす先端部3bのコア11とクラッド12の境界におけるテーパ形状部分13で反射されて、その結果前記レーザー光の臨界角Dより小さくなるような光軸aに対する反射角Bにてファイバ内を伝搬させることができる。

【0026】それによりファイバ3内で光軸aに対し臨界角Dと等しいか大きい反射角Bにて反射された場合において、コア11とクラッド12との境界で一部は屈折b3し、また残りはファイバ3内で伝搬する短い距離にて反射を頻繁に繰り返しがてはレーザー光の光損出が大きくなるバウンド現象が防止されてレーザー光の光学的損失が少なくなり、このファイバ内での伝搬効率の向上が図られる。

【0027】そしてこのような構成では、従来のレーザーダイオード励起装置の如く、レーザー光をファイバ3の光軸aに向かって入射させるためのマルチモード光ファイバ等を設ける必要がなくなり、部品点数が削減されてその構成が簡略化され、それに伴いエミッタ、マルチモード光ファイバ、バンドルファイバの3者を一致させることなく、ファイバ3をエミッタ2の発光領域の直近位置に対向して配列させるだけのアライメントでよくその調整が容易のものとなる。

【0028】この構成において、ファイバ3の先端3aの中心部から後方に向かって広がるテーパ形状とした場合、このファイバ3の先端面領域を広くするとエミッタ2の発光領域からの集光効率は増すが先端部3bのテーパ形状の傾斜勾配を大きくすることができず、そのためテーパ形状部分13にて反射される光軸aに対する反射角Bを入射角Aに比しあまり小さくすることができず、また先端面領域を狭くすると先端部3bのテーパ形状の傾斜勾配を大きくして反射角Bを入射角Aに比してかなり小さくすることができるが、エミッタ2の発光領域からの集光効率が低下する嫌いがあるので、この双方を解消する適正なファイバ3の先端面領域を設定する必要がある。

【0029】例えば、エミッタサイズが0.15mmでファイバ径d2を0.2mm、ファイバNA($\sin B$)を0.22とした場合において、

$$(d1 \times \sin A = d2 \times \sin B)$$

の関係式より、エミッタ2の発光領域からの垂直方向広がり角を35度の入射角($\sin A$)とすると、

6

d1(垂直方向長さ)=0.077mmに設定される。

【0030】一方エミッタ2の発光領域の水平方向広がり角を16度の入射角($\sin A$)とすると、

d1(水平方向長さ)=0.157mmに設定される。

【0031】この設定に基づき、ファイバ3の先端面領域の形状は、長軸d1(水平方向長さ)を0.157mm、短軸d1(垂直方向長さ)を0.077mmとする形状を有する楕円形状に形成することが望ましい。

【0032】したがって、このファイバ3は、直径0.2mmのファイバ3よりなり、その先端3aに、長軸d1(水平方向長さ)を0.157mm、短軸d1(垂直方向長さ)を0.077mmの楕円形状に形成されるファイバ3の先端面領域を形成し、この先端面領域から後方に向かって広がるテーパ形状としている。

【0033】なお、このファイバ3の先端面領域は、上記設定に限定するものでなく、エミッタサイズ、ファイバ径等に応じて任意に設定することができる。

【0034】また、この複数のファイバ3は、各ファイバ3を束にしたバンドルファイバ4として、このバンドルファイバ4が中継コネクタ5により径がバンドル径と等しいかそれ以上の直径を有するシングルファイバ6に接続されている。このシングルファイバ6の他端では、レーザーヘッド内に設置された着脱可能な結合コネクタ8で着脱可能に連結されている。これによりシングルファイバ6からの光は、レーザーヘッド7内にある集光レンズ9により集光され固体レーザー媒体10を励起する。

【0035】従来、複数のエミッタの発光領域からの各レーザー光の出力がエミッタ2の寿命などにより個々の異なった場合に、複数のファイバ3を束にしたバンドルファイバ端での出力分布が変化して均一性が損なわれ、その結果、励起光の出力分布が乱れてレーザー媒体への励起が変化し、最終的には出力レーザー光までも変化して、ビーム光、ビーム出力も変化するという問題がある。しかしながら複数のファイバ3を束にしたバンドルファイバ4から一旦シングルファイバ6に接続することで、このバンドルファイバ4に接続したシングルファイバ6で再びレーザー光を平均化して、この平均化した励起光で固体レーザー媒体10を励起することができるので、個々のエミッタ2が寿命でその出力が低下した場合でも、シングルファイバ6からの光の均一性が損なわれることが防止され均一な励起光で固体レーザー媒体10を励起することができ、それと共に前記ファイバ3の先端中心部から後方に向かって広がるテーパ形状としたことと相俟ってより一層の伝搬効率の向上を図ることができる。

【0036】

【発明の効果】本発明のレーザーダイオード励起装置に

7

よれば、複数の各ファイバの先端部を、この先端中心部から後方に向かって広がるテーパ形状としたので、エミッタの発光領域から放射される水平および垂直方向の広がり角をもって入射されるレーザー光を、ファイバ先端に形成したテーパ形状部分において、このレーザー光の入射角より小さくなるような光軸に対する反射角にて光軸方向に反射させてファイバ内を伝搬させることができる。それによってファイバの光軸に近づけた直線方向に伝搬させることができようになりファイバ内での反射を少なくすることができ、その反射による光学的損失を少なくすることができる。

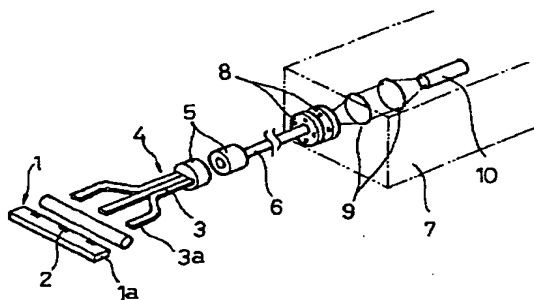
【0037】それに伴いマルチモード光ファイバ等を設ける必要がなくなり部品点数が削減されてその構成が簡略化され、その結果ファイバをエミッタ領域の直近位置に対向して配列させるだけのアライメントでよいことになり、複数のエミッタと各ファイバとの位置合わせ調整が容易なものとなる。

【図面の簡単な説明】

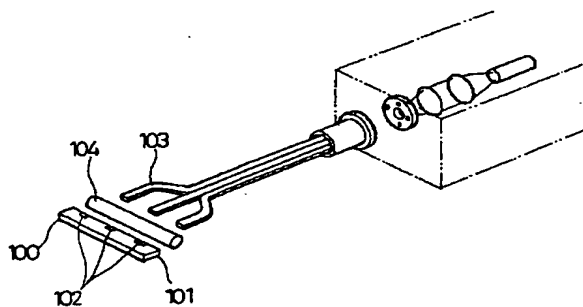
【図1】本発明の実施形態を示すレーザーダイオード励起装置の概略斜視図である。

【図2】図1におけるレーザーダイオード励起装置のファイバ先端の拡大断面図である。

【図1】



【図3】



8

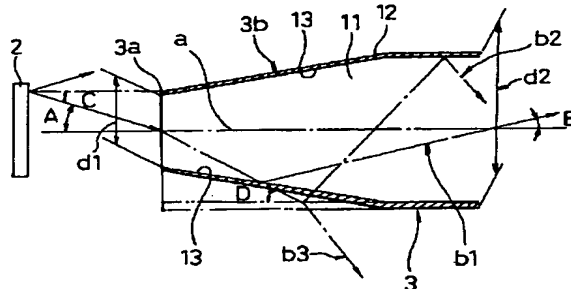
* 【図3】従来のレーザーダイオード励起装置概略斜視図である。

【図4】図3におけるレーザーダイオード励起装置のファイバ先端の拡大断面図である。

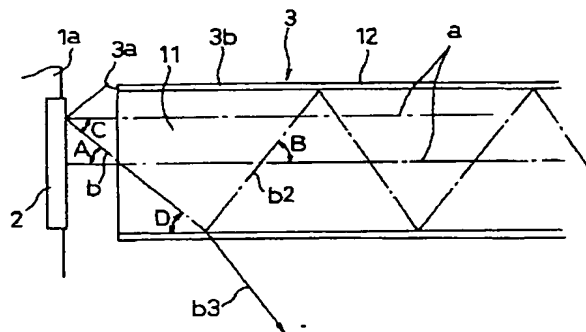
【符号の説明】

- 1 レーザーダイオード
- 1 a ベース
- 2 エミッタ
- 3 ファイバ
- 4 バンドルファイバ
- 3 a 先端
- 3 b 先端部
- 5 中継コネクタ
- 6 シングルファイバ
- 7 レーザーヘッド
- 8 結合コネクタ
- 9 集光レンズ
- 10 固体レーザー媒体
- 11 コア
- 12 クラッド
- 13 テーパ形状部分

【図2】



【図4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H037 AA04 BA03 BA06 CA07 CA17
2H046 AA39 AA69 AB12 AD11
5F072 AB00 KK30 PP07
5F073 AB05 AB21 AB27 AB28 BA09
FA06

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.